

4-4

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06053129 A**(43) Date of publication of application: **25.02.94**

(51) Int. Cl.

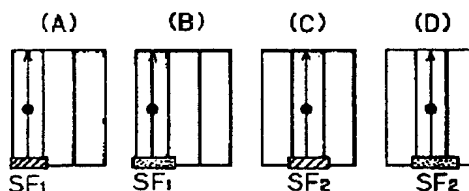
**H01L 21/027**(21) Application number: **04206790**(22) Date of filing: **03.08.92**(71) Applicant: **FUJITSU LTD**(72) Inventor: **YASUDA HIROSHI  
KAI JUNICHI  
DAIKYO YOSHIHISA**(54) **ELECTRON BEAM EXPOSURE METHOD**

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&amp;Japio

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To allow correction on the proximity effect by minimum scanning by exposing a second exposing pattern which supplements a first exposing pattern to the exposing light of a prescribed quantity by overlapping a first exposing pattern and successively expose field areas subsequent to a prescribed field area twice by the first and the second exposing patterns.

**CONSTITUTION:** When electron beams are positioned on a subfield area  $SF_1$  in the cell of a sample by a main deflector, an XY stage is shifted in the Y- direction, and first exposure is performed by a first exposing pattern by Y- direction electronic beam scanning by a subdeflector. Then, the XY stage is returned without shifting the main deflector position and second exposure is performed by a second exposing pattern. The position of the main deflector is jumped to a subfield area  $SF_2$  for first exposure and second exposure is performed by the second exposing pattern in the same manner. Then, the subfield area of the subsequent steps are successively exposed twice.



4-4

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-53129

(43)公開日 平成6年(1994)2月25日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027		8831-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 4 1 Q
		8831-4M		3 4 1 M

審査請求 未請求 請求項の数8(全 14 頁)

(21)出願番号	特願平4-206790	(71)出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
(22)出願日	平成4年(1992)8月3日	(72)発明者	安田 洋 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
		(72)発明者	甲斐 潤一 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
		(72)発明者	大饗 義久 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
		(74)代理人	弁理士 伊東 忠彦

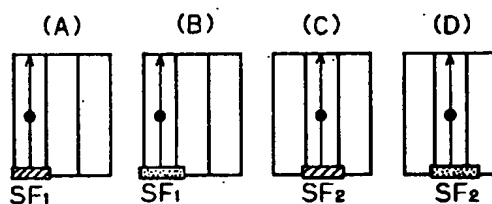
(54)【発明の名称】 電子ビーム露光方法

(57)【要約】

【目的】 本発明は、試料上に電子ビームを照射して露光する電子ビーム露光方法に関し、最少走査で近接効果補正を行い、高速な露光を行うことを目的とする。

【構成】 試料の同一フィールド領域(SF<sub>1</sub>)上に、第1の露光パターンを露光する。続いて、該第1の露光パターンを補正する第2の露光パターンを重ねて露光して、該同一フィールド領域上で2回露光する。

本発明における第1の露光方法を説明するための図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ビームを発生するビーム発生手段（1）と、

発生したビームを整形する為の、2次元的に配列されたブランキングアパーチャ（31）を有するブランキングアパーチャアレイ（16）と、

試料（22）を支持するステージ（21）と、

該ブランキングアパーチャアレイ（16）を透過した該ビームのパターンを該試料（22）の所定の位置に照射させる為に該ビームを所定の量、偏向する偏向手段（19、20）、

とから構成されている装置を用いた電子ビーム露光方法において、

前記試料（22）の露光を行う所定数のフィールド領域（ $SF_1$ ,  $SF_2$ , ...）の、所定のフィールド領域（ $SF_1$ ）上に、第1の露光パターンを所定露光量で露光する工程と、

同一の該所定のフィールド領域（ $SF_1$ ）上に、該第1の露光パターンに重ねて、該第1の露光パターンを補なう第2の露光パターンを所定露光量で露光して、合成露光パターンを得る工程と、

該所定のフィールド領域（ $SF_1$ ）以降のフィールド領域（ $SF_2$ ,  $SF_3$ , ...）を、該第1及び第2の露光パターンによる2回露光を順次行う工程と、を含むことを特徴とする電子ビーム露光方法。

【請求項2】 前記第1の露光パターンに微小パターン（①）を含み、前記第2の露光パターンに、該微小パターン（①）と同一形状又は小形状の微小パターン（①）を含むことを特徴とする請求項1記載の電子ビーム露光方法。

【請求項3】 前記第1の露光パターンにラインアンドスペースパターン（②）を含み、前記第2の露光パターンに、該ラインアンドスペースパターン（②）より小形状のラインアンドスペースパターンを含むことを特徴とする請求項1又は2記載の電子ビーム露光方法。

【請求項4】 前記第1の露光パターンに大パターン（③）を含み、前記第2の露光パターンより大パターンを除くことを特徴とする請求項1乃至3記載の電子ビーム露光方法。

【請求項5】 前記合成露光パターンに大パターンを含み、前記第1の露光パターンより大パターンが除かれ、前記第2の露光パターンに大パターンを含むことを特徴とする請求項1乃至3記載の電子ビーム露光方法。

【請求項6】 前記合成露光パターンに所定大のパターンを含み、前記第1の露光パターンに、該所定大のパターンの前縁及び後縁に相当する前縁パターン（④）及び後縁パターン（⑤）を含み、前記第2の露光パターンに、該前縁パターン（④）と後縁パターン（⑤）とを連続される接続パターン（⑥）を含むことを特徴とする請求項1乃至5記載の電子ビーム露光方法。

【請求項7】 前記第1及び第2の露光パターンの少なくとも何れか一方であって、構成される個々のパターンのうち所定パターンの濃度を少なくして露光量を減少させて露光を行うことを特徴とする請求項1記載の電子ビーム露光方法。

【請求項8】 前記第1及び第2の露光パターンによる露光量を、露光クロックにより設定し、該露光クロックを可変自在とすることを特徴とする請求項1記載の電子ビーム露光方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、試料上に電子ビームを照射して露光する電子ビーム露光方法に関する。

【0002】 近年、産業全般にわたる技術進歩の核技術としての役割が期待されているICは、2～3年で約4倍の高集積化を達成している。例えば、DRAMでは、1M、4M、16M、64M、256M、1Gとその集積化が進んでいる。

【0003】 このような高集積化はひとえに微細加工技術の進歩によっている。光技術は、 $0.5\mu\text{m}$ の微細加工が可能になるように進歩を続けている。しかし、光技術の限界は約 $0.3\mu\text{m}$ 程度にある。また、コンタクトホールの窓開けや下層のパターンとの位置合わせ等において、精度を確保することが次第に困難になりつつある。

【0004】 電子ビーム露光においては、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細加工が、 $0.05\mu\text{m}$ 以下の位置合わせ精度で実現できる。また、近年、本発明者らによるブロック露光やブランキングアパーチャアレイ方式の露光により、 $1\text{cm}^2/1\text{sec}$ 程度のスループットが期待できるようになった。そして、より高速な露光が望めるようになってきている。

【0005】

【従来の技術】 従来、電子ビームによるウエハ、マスク等の試料上への露光には、ラスタ方式とベクタ方式があり、何れにしても試料上に所定量の電子ビームを照射して露光を行う。

【0006】 従来より使用される電子ビーム露光装置は、特に図示しないが、一般に電子を放出する電子銃と、アパーチャと、所定のレンズと、偏向電極と、試料を搭載するXYステージと、制御回路、レーザ干渉計等から構成される。

【0007】 このような電子ビーム露光装置において、所定の露光量で所定パターンに露光する場合、近接効果補正のために、電子ビームを照射する回数を変化させて露光量の補正を行うことが一般に知られている。

【0008】 ここで、近接効果とは、例えば、シリコン基板上にレジスト層を形成し、電子ビーム露光を行なう場合、レジスト層に入射した電子がレジスト層内で進行しつつ前方散乱を受け、レジスト層からシリコン基板内にまで進行する。多重散乱によって基板から戻り、レジ

スト層に再入射した電子は、さらにレジスト層内で散乱を受け、後方散乱を形成する。

【0009】このような前方散乱と後方散乱により、所望の露光パターンの周囲に散乱による付随パターンが形成される。露光すべきパターンが密集していると、各パターンからの散乱による付随パターンが重なり合い、露光強度が現像の閾値を越えてしまう。

【0010】この結果、所望のパターンサイズよりも大きなパターンが描画されるという現象が起こることをいう。このため、近接効果補正を行う必要があるものである。

【0011】上述の方法による場合、パターンデータは単なるオン、オフの信号で記述されていることから、このパターンデータを多値で記述するためには制御回路が非常に煩雑なものとなる。

【0012】そのため、ラスタ方式で電子ビームを複数回走査して露光することが知られている。これは、少なくとも1回のステージ（XYステージ）移動で試料上にストライプを露光した後、さらにXYステージを戻して同じ部分にストライプ露光を重ねて露光量を補正するものである。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ラスタ方式による多値露光は、ウエハを1回露光した後もう一度露光し、又は、ストライプ毎に多値露光を繰り返して行うことから、XYステージのリターン動作のために使用される時間が無駄な時間となる。

【0014】例えば、ラスタ方式でN回（Nパス）の露光を行う場合、XYステージの1回の折り返しに要する時間（約0.3秒）が無駄な時間となり、N回の走査ではN倍の時間となる。

【0015】この場合、各ストライプの折り返し以外の時間では等速度移動であることから、Nパス露光において速度をN倍するという事も考えられるが、レーザ干渉計の応答速度の限界があり、精度と速度との積に上限、例えば $0.005\text{ }\mu\text{m}$ （120分の $\lambda$ で14MHz）では約70mm/secが上限となる。

【0016】また、XYステージの移動速度が大きくなると、レンズ磁界の漏れ磁界が試料等に誘起する渦電流により、電子ビームの位置ずれを招くことになり、精度が劣化する。

【0017】従って、XYステージの速度を速くすることができず、複数回の露光により近接効果補正を緊密に行うことができるが、結局露光に長時間を要するという問題がある。

【0018】一方、露光回数を増加させることは、パターンデータが増加していくことになり、コンピュータ等のデータ蓄積容量やデータ転送速度等からデータ量を増加させなければならないという問題がある。

【0019】そこで、本発明は上記課題に鑑みなされた

もので、最少走査で近接効果補正を行い、高速な露光を行う電子ビーム露光方法を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】図1に、本発明方法の原理説明図を示す。図1において、ビームを発生するビーム発生手段と、発生したビームを整形する為の、2次元的に配列されたブランキングアパーチャを有するブランキングアパーチャアレイと、試料を支持するステージと、該ブランキングアパーチャアレイを透過した該ビームのパターンを該試料の所定の位置に照射させる為の該ビームを所定の量、偏向する偏向手段とから構成されている装置を用いた電子ビーム露光方法であって、第1の工程では、前記試料の露光を行う所定数のフィールド領域の、所定のフィールド領域上に、第1の露光パターンを所定露光量で露光する。第2の工程では、同一の該所定のフィールド領域上に、該第1の露光パターンに重ねて、該第1の露光パターンを補う第2の露光パターンを所定露光量で露光して、合成露光パターンを得る。そして第3の工程では、該所定のフィールド領域以降のフィールド領域を、該第1及び第2の露光パターンによる2回露光を順次行う。

【0021】

【作用】図1に示すように、試料の同一フィールド領域に、第1及び第2の露光パターンを順次露光し、この2回露光を各フィールド領域で行う。第2の露光パターンは第1の露光パターンを補うパターンである。例えば、第1の露光パターンを所望パターンで露光し、第2の露光パターンを近接効果補正パターンで補正する。

【0022】これにより、2回の最少走査で近接効果補正を行い、かつ高速な露光を行うことが可能となる。

【0023】

【実施例】図2に、本発明の一実施例の構成図を示す。図2において、本発明方法を実施するための電子ビーム露光装置は、露光部1と制御部5より構成される。

【0024】露光部1は、カソード、ウェネルト、アノードより形成される電子銃11と、収束用の電子レンズ12～15と、ブランキングアパーチャアレイ（BAA）16（後述する）と、ブランキング電極17と、ラウンドアパーチャ18と、メインデフレクタ19と、サブデフレクタ20と、XYステージ21とから構成される。このXYステージ21上には試料（例えばウエハ）22が載置される。なお、23はゲートであり、XYステージ21の出入りを行わせるものである。

【0025】一方、制御部5は、CPU51と、2つのデータ展開回路部52A、52Bと、全体露光コントローラ53と、データ射出回路54と、BAAレジスタ55と、ブランキング回路56と、サブデフ走査回路57と、メインデフ走査セトリング回路58と、メインデフステイグフォーカス59と、ステージ制御回路60と、オートローダ制御回路61と、レーザ干渉計62

と、クロック設定回路63とから構成される。

【0026】2つのデータ展開回路部52A, 52Bは、それぞれバッファメモリ52A1, 52B1と、データ展開回路52A2, 52B2と、キャンバスメモリ52A3, 52B3と、データ並べ替え転送回路52A4, 52B4とから形成される。

【0027】バッファメモリ52A1, 52B1には、それぞれ露光パターン等のデータが記憶されており、CPU51からの信号により読み出される。例えば、バッファメモリ52A1には1回目の露光パターン及び濃度パターンがメモリされ、バッファメモリ52B1には2回目の露光パターン及び濃度パターンがメモリされる。

【0028】バッファメモリ52A1, 52B1より読み出された露光パターン及び濃度パターンは、全体露光コントローラ53からの指示によりデータ展開回路52A2, 52B2でビットマップデータに展開され、キャンバスメモリ52A3, 52B3に記憶される。そして、キャンバスメモリ52A3, 52B3のビットマップデータを、データ並べ替え転送回路52A4, 52B4にて並べ替え、バスにより露光パターンデータをBAAレジスタ55に一旦格納してブランキング回路56に送出する。また、濃度パターンデータをデータ射出回路54に送出し、データ射出回路54より全体露光コントローラ53の指示によりブランキング回路56に送出する。

【0029】例えば、これらをRAM(DRAM又はSRAM)、シフトレジスタ等で構成し、64ビットを並列にデータを読み、シフトレジスタでデータを蓄積してから、直列にデータを射出する。

【0030】ブランキング回路56は、BAA16を駆動制御するもので、128通りの制御が行われる、すなわち、ブランキング回路56は128枚の回路より構成され、各1枚における出力が8個(サブデフレクタ20が8極)で制御を行う。従って、BAAレジスタ55は、128枚の各ブランキング回路56に順次露光パターンデータを送出する。また、データ射出回路54は、ブランキング回路56に対応して、128枚の回路より構成され、各1枚における出力を8個としている。

【0031】一方、メインデフ走査セトリング回路58は、露光位置をセッティングするもので、歪み補正を行い試料22上に焦点が合うようにメインデフステイグフォーカス59によりメインデフレクタ19を制御する。また、サブデフ走査回路57は、サブデフレクタ20を制御して、微小領域上で電子ビームを走査する。

【0032】ステージ制御回路60は、CPU51の指示により試料22を搭載したXYステージ21を移動させて該試料22を露光領域で移動させる。

【0033】オートローダ制御回路61は、ゲート23よりXYステージ21の露光部1への出入りを行わせるための制御回路である。

【0034】レーザ干渉計62は、XYステージ21の

移動を検知するもので、検知信号がメインデフ走査セトリング回路58に供給される。すなわち、XYステージ21が移動した分だけ電子ビームを偏向させて試料22面上の所定位置に常に照射するようにするものである。

【0035】そして、クロック設定手段63は、電子ビームの試料21上でのオン、オフの周波数を設定するもので、露光量と、電流密度との関係で決定されるものである。

【0036】ここで、図3～図5に、図2におけるBAAを説明するための図を示す。図3は開孔配列を示した図であり、図4は全体配線を示す図、図5は開孔部分の拡大図である。

【0037】図3において、BAA16は、開孔部のブランキングアパーチャ31が、一辺の長さSの四角形の断面を有するもので、これらが各段で列方向に位相を異ならせて千鳥状に所定数配列されたものである。

【0038】すなわち、図3に示されるように、電子ビームの走査方向(図の上下方向)と直角な方向に互いにピッチ2S(一例として $50\mu\text{m}$ 、試料面上の寸法に換算して $0.1\mu\text{m}$ )だけずらして配列された第1の開孔段を、例えば1A(その1部の開孔が $1A_1, 1A_2, 1A_3, 1A_4, 1A_5 \dots 1A_n$ として表され、その個数を例えば64個とする)とする。また、該第1の開孔段1Aと開孔同志が接触しないように該第1の開孔段1Aから該電子ビームの走査方向に(図の上下方向に)所定距離(一例として $50\mu\text{m}$ 、試料面上の寸法に換算して $0.1\mu\text{m}$ )だけずらされ、且つ電子ビームの走査方向と直角な方向に該第1の開孔段と互いにS(すなわち上記の場合 $25\mu\text{m}$ 、試料面上の寸法に換算して $0.05\mu\text{m}$ )だけずらして配列された第2の開孔段を、例えば1B(その1部の開孔が $1B_1, 1B_2, 1B_3 \dots 1B_n$ として表され、その個数を上記第1の開孔段の個数と同数、例えば64個とする)とする。そして、これらからなる開孔段群(例えば上記1A及び1Bからなる)が複数群(例えば1A, 1B; 2A, 2B; ... 8A, 8Bのように8群)配列されている。

【0039】従って、上記の場合、図3に示される寸法a(すなわち例えば開孔段1Bと開孔段2Bとのずれ)は $100\mu\text{m}$ (被露光体面上の寸法に換算して $0.2\mu\text{m}$ )となり、また寸法bは $800\mu\text{m}$ (被露光体面上の寸法に換算して $1.6\mu\text{m}$ )となり、更に寸法cは $3200\mu\text{m}$ (被露光体面上の寸法に換算して $6.4\mu\text{m}$ )となる。

【0040】また、上述したように1つの開孔段、例えば1Aの開孔数を64個とすれば、1つの開孔群(例えば1A及び1Bからなる)の開孔数は128個となり、全開孔群(上記の場合8つの群からなる)の開孔数は $128 \times 8 = 1024$ 個となる。

【0041】即ち、本実施例に於いては、当該配列位相を異にする複数個のブランキングアパーチャの段を一組

として該組が複数組繰り返されて形成されているものである。

【0042】また、図4に示すように、BAA16におけるブランキングアパーチャ31の対向する辺には、電極(図5において説明する)が形成され、一方で一組のブランキングアパーチャ段の中間部分に、定電圧電源に接続される幹線部32が形成される。そして、幹線部32より上述の電極に接続する定電圧印加用配線33が形成される。

【0043】そこで、図5(A)、(B)におけるブランキングアパーチャ31の対向する辺には、可変電圧印加電極34と定電圧電極35が形成される。なお、図5(A)は図3における開孔段1A乃至4Bに属する部分を示したもので、図5(B)は開孔段5A乃至8Bに属する部分を示したものである。

【0044】この場合、図5(A)上の可変電圧印加電極34は端部36側に設けられ、図5(B)上の可変電圧印加電極34は端部37側に設けられる。

【0045】そして、幹線部32と定電圧電極35が定電圧印加用配線33により、それぞれ延在、分岐させて接続され、可変電圧印加電極34が電子ビーム通過領域の外周から延在される可変電圧用配線38に接続される。

【0046】すなわち、図5(A)、(B)に示すように、可変電圧印加電極34への配線が破線によって示される。この場合、1<sub>1</sub>は上記開孔段1Aにおけるブランキングアパーチャ1A<sub>1</sub>の該可変電圧印加電極34への配線であり、同様にして1<sub>2</sub>、1<sub>3</sub>、1<sub>4</sub>はそれぞれ上記開孔段2Aにおけるブランキングアパーチャ2A<sub>1</sub>、上記開孔段3Aにおける開孔3A<sub>1</sub>、及び上記開孔列4Aにおける開孔4A<sub>1</sub>の該可変電圧印加電極34への配線である。この配線1<sub>1</sub>~1<sub>4</sub>がブランキング回路56(図2)に接続されることにより、電子ビームのオン、オフが行われる。

【0047】なお、幹線部32は、所定の定電圧、例えばグランド(GN)が供給される。

【0048】上述のように、BAA16の配線を行うことにより、一体化された一つの定電圧印加用配線33をブランキングアパーチャ31の近傍で分岐させて、その一方を一方の電極に接続させるので、ブランキングアパーチャ31間の空間部を通過する配線の数が少なくなり配線領域の面積は小さくなる。しかも、このような装置に於いては、複数のブランキングアパーチャ31に設けた電極34、35に略同時に信号を送る事が出来るので、電極の選択は瞬時に行われ、スループットが良くなる。

【0049】又、BAA16内の電子ビーム照射領域には素子が形成されていないので、誤動作が生じない。

【0050】更に、一体化された定電圧印加用配線33と可変電圧印加用配線38との交差は避けられ、しかも

定電圧を印加する部分は集中部分の一か所で足りる事になるので、パターン信号を送るブランキング回路56とBAA16との接続点が少なくなる。

【0051】又、該ブランキングアパーチャ31の定電圧電極35は、該ブランキングアパーチャ31の該幹線部32の存在する方向に配列されているので定電圧印加用配線33と該定電圧電極35との配線経路が短縮され、配線領域の拡大が防止される。

【0052】次に、上述の電子ビーム露光装置の動作原理について説明する。

【0053】この場合、図1におけるXYステージ21は、露光時にはY軸方向に移動し、連続移動モードで露光を行わせる。また、メインデフレクタ19は、コイルが使用された電磁偏向器であり、XY方向共に偏向可能であるが、主にX方向に1~2mm偏向する。この場合、Y方向は、XYステージ21の各時間での目標値と現在値との差分とで定まる量であり、XYステージ21の目標スケジュールからの誤差分をフィードバックすることにより制御移動されるもので、通常100 μm ~ 200 μmの量である。

【0054】すなわち、メインデフレクタ19は、露光位置に電子ビームを偏向するもので、図示しないがDAコンバータによりデジタル・アナログ変換が行われる。この変換が行われることで、電子ビームは1 μsで静定するが、コイルに流れる電流は静定しないことから、サブデフレクタ20にメインデフ誤差をフィードバックすることで、ビーム位置を高速に静定させる。なお、メインデフレクタ19によるビーム位置のジャンプ待ち時間は1セルストライプ毎に1 μs要する。

【0055】また、サブデフレクタ20は、8極で静電偏向を行い、XY方向に100 μm □のサブフィールドで電子ビームを走査する。通常はY方向のみに100 μmを連続的に走査する。

【0056】一方、CPU51や全体露光コントローラ53で制御される露光時間の基本となるクロックは、その最高周波数が400 MHzに設定される。本来、クロックはレジストの露光量Q(μC/cm<sup>2</sup>)を電流密度250 A/cm<sup>2</sup>で除算して決定されるものである。従って、サブデフレクタ20が8極であることから、10[μC/cm<sup>2</sup>]/250[A/cm<sup>2</sup>]/8=5nsとなっており、周波数200 MHzであり、2回露光の場合で400 MHzとなる。

【0057】なお、クロックは、クロック設定回路63により、任意に設定することができるものである。

【0058】そこで、図6に、動作原理を説明するための図を示す。図6は、試料22上に照射される電子ビームがメインデフレクタ19及びサブデフレクタ20に供給される走査信号によって、それぞれメイン偏向(メインデフ)及びサブ偏向(サブデフ)がなされる状況を例示するもので、Y方向がステージ移動方向である。

【0059】すなわち図6 (A) に示されるように、X方向の幅が例えば $5\mu\text{m}$ でY方向の長さが例えば $100\mu\text{m}$ とされた該試料面上のサブフィールド領域 $SF_1$ を、図中の矢印に示す方向に $5\mu\text{sec}$ の時間で電子ビーム（ラインビーム）をラスト走査させ、次いで隣接するサブフィールド領域 $SF_2$ を上記と同一速度で上記と逆方向（図中の矢印に示すように）にラスト走査される。このようにして順次隣接するサブフィールド領域 $SF_1$ 、 $SF_2$ 、 $SF_3$ …を図中の矢印に示す方向にラスト走査させて、X方向の幅が $100\mu\text{m}$ でY方向の長さも $100\mu\text{m}$ のサブフィールド領域を $5\mu\text{sec} \times 20 = 100\mu\text{sec}$ の時間でラスト走査する。このような動作はサブデフレクタ20からの走査信号によってなされる。

【0060】次いで、ラインビームはメインデフレクタ19からの走査信号によって上記サブフィールド領域と隣接するサブフィールド領域 $SF_{21}$ に移動し（メインデフ）、上記と同様の要領で順次サブフィールド領域 $SF_{21}$ 、 $SF_{22}$ …を図の矢印方向にラスト走査して、再びX方向の幅が $100\mu\text{m}$ でY方向の長さも $100\mu\text{m}$ のサブフィールド領域を $100\mu\text{sec}$ の時間でラスト走査する。以下、同様にメインデフレクタ19の走査を繰り返して、X方向の走査幅が $2\text{mm}$ でY方向の長さが $100\mu\text{m}$ のフィールド領域Fを $100\mu\text{sec} \times 20 = 2\text{msec}$ の時間でラスト走査する。

【0061】すなわち、 $2\text{msec}$ の時間でY方向の長さが $100\mu\text{m}$ のフィールド領域が処理されるので、1秒間にはX方向の走査幅が $2\text{mm}$ でY方向の長さが $100\mu\text{m} \times 500 = 50\text{mm}$ の領域が処理される。従って、ステージ20の移動速度はY方向に $50\text{mm}/\text{sec}$ とすればよく、1秒

間当たりの処理面積は $2\text{mm} \times 50\text{mm} = 1\text{cm}^2$ となる。

【0062】また、図6 (B) において、上記 $5\mu\text{m}$ 幅のサブフィールド領域（例えば $SF_1$ ）にラインビーム（1つのビームサイズが上述したように $0.05\mu\text{m}$ 口であり、該ビームは試料面上では円形となる。）が並んだ状態を示すもので、 $A_1$ は上記第1の開孔段（例えば1A）中の開孔を通過するビーム、 $A_2$ は上記第1の開孔段（例えば1B）中の開孔を通過するビームである。このようにして該 $5\mu\text{m}$ 幅のサブフィールド領域が100個のラインビーム $A_1$ 、 $A_2$ … $A_{100}$ によって走査される。なお、上記第1の開孔段（例えば1A）と第2の開孔段（例えば1B）の開孔数の和は上述した例では128個とされており、従って、該サブフィールド領域（例えば $SF_1$ ）の左右の境界を越えて、それぞれ14個ずつのラインビーム $A_{1L}$ 乃至 $A_{14L}$ 及び $A_{1R}$ 乃至 $A_{14R}$ が並ぶことになる。従って、該128個のラインビームの長さは $6.4\mu\text{m}$ となる。

【0063】そして、図6 (C) はサブデフレクタ20のY方向の走査波形図であって、横軸は経過時間、縦軸は試料表面のY方向におけるビーム位置を示している。すなわち、一つのサブフィールド領域内では直線的（等速的）にビーム露光が行われることを示している。

【0064】次に、本発明における露光方法について説明する。前述の電子ビーム露光装置における露光条件の設定は、上述の通りであり、これをまとめると表1に示される。

【0065】

【表1】

ビームサイズ		0.05 $\mu\text{m}$ □
電流密度		250 A/cm <sup>2</sup>
ビーム電流		6.25nA
BAAにおけるビームの本数	X方向	128 × 8 = 1024本
全ビーム電流		6.4 $\mu\text{A}$
ビーム収束半角		1.0 mrad
電子銃の輝度		1.0 <sup>6</sup> A/cm <sup>2</sup> sterad
処理量		1 cm <sup>2</sup> / sec
ステージ移動	Y方向	5.0 mm/sec
メインデフ	X方向	2 mm / 2 msec
サブデフ	Y方向	100 $\mu\text{m}^2$ / $\mu\text{sec}$
走査	Y方向	100 $\mu\text{m}$ / 5 $\mu\text{sec}$ 0.05 $\mu\text{m}$ / 2.5 nsec 2.5 nsec / 1 ショット
レジスト感度、感光時間		5 $\mu\text{C}$ / cm <sup>2</sup> 2.0 nsec 8 ショット
リフォーカス時間		8.0 nsec

【0066】図7に、本発明における第1の露光方法を説明するための図を示す。本発明における露光方法は、2回露光を行うものである。

【0067】すなわち、図7 (A) において、メインデフレクタ19により、試料22における1セル内のサブフィールド領域SF<sub>1</sub>上に電子ビームが位置されたときに、XYステージ21をY方向に移動させると共に、サブデフレクタ20によりY方向に電子ビームを走査して第1の露光パターンで1回目の露光を行う。

【0068】1回目の露光が終了すると、図7 (B) に示すように、メインデフ位置は移動させずにXYステージ21を戻して、第2の露光パターンで2回目の露光を行う。

【0069】続いて、図7 (C) に示すように、メインデフ位置をサブフィールド領域SF<sub>2</sub>にジャンプさせ、図7 (A) のように第1の露光パターンで1回目の露光を行い、図7 (D) に示すように、図7 (B) と同様に第2の露光パターンで2回目の露光を行う。

【0070】そして、同様にして、次段階以降のサブフィールド領域を順次2回づつ露光を行うものである。

【0071】なお、第1及び第2の露光パターンは、それぞれのサブフィールド領域での露光の回数に対応させて示したもので、その露光パターンはサブフィールドごとに同一又は異なるものである。また、第2の露光パターンは、近接効果補正パターンとして露光を行うもので

ある。

【0072】そこで、図8に、2回露光の状態を説明するための図を示す。図8 (A) は1回目の露光量、図8 (B) は2回目の露光量、図8 (C) はこれらの合成露光量を示している。

【0073】いま、露光パターンを、微小パターン①、塗り潰し比50%のラインアンドスペースパターン②、及び大パターン③に分けるものとする。

【0074】図8 (A) に示すように、1回目の露光を、通常パターンで露光する。通常パターンとは、図2に示す電子ビーム装置におけるデータ展開回路52Aのバッファメモリ52A<sub>1</sub>に記憶されている露光パターンデータに基づく。ここで、露光クロックは1.0 Tで行う。この場合、微小パターン①は1.0 Tの露光量となるが、ラインアンドスペースパターン②及び大パターン③は近接効果により、それぞれバックスキッターを加えた総エネルギー量は1.5 T、2.0 Tとなる。

【0075】本発明のような2分割露光では、全体のオンビームの本数を一定値以下に止め、クーロンインタラクションの小さな低電流走査を行うことが出来、例えば1000本中200本以下(20%以下)として行なえば、クーロンインタラクションのボケが小さい。また、塗り潰しの大きな大パターン③の場合は、全電流が一定値を超える大電流走査とし、同一セルストライプでは低電流走査と大電流走査とを交互に行うことが出来る。



【0076】続いて、図8(B)に示すような近接効果補正パターンで2回目の露光(露光クロック1.0 T)を行う。この近接効果補正パターンは、図2に示す電子ビーム装置におけるデータ展開回路52Bのバッファメモリ52B1に記憶されている露光パターンデータに基づく。

【0077】すなわち、微小パターン①は1:1の補助露光量を与え、大パターン③は露光量を零とする。一般に、30KV付近においては、大パターンからの反射電子の総量は、入射ビームのエネルギー総量とほぼ等しいこと

から、微小パターンの露光では2Tの照射量を要し、大パターンでは1.0 Tの照射量を要する。従って、微小パターン①は2回露光を行い、大パターン③は1回の露光を行うものである。

【0078】また、ラインアンドスペースパターン②は、例えば塗り潰し比が50%の場合、ボックスキャッ

ターが $0.5 \times T$ だけのエネルギーを与えるので、50%塗りつぶしの場所では $T + 0.5 T = 1.5 T$ の露光エネルギー総量となり、これを夫々パターンの付近のエネルギー総量2Tと一致させるためには $2T / 1.5 T = 1.333$ 倍の照射量とすればよい。1回目の露光量は1であるので、2回目の露光は面積比0.333の電子ビームをパターン②に与えればよい。すなわち、2回目の露光パターンは、1回目の露光パターンより小さな寸法で露光される。

【0079】この場合、露光パターンの中心ずれを生じさせないことが必要であり、上記の例によれば反射電子と合計して2に近いもので、好ましくは2以上のものを選択する。例えば、表2に示される。

【0080】

【表2】

4本の時 (0.2 μm ライン)					
3本化0.75倍	1.75	反射電子	0.85	合計	2.60
2本化0.5倍	1.5	反射電子	0.75	合計	2.25
中心ズレなし					
5本の時 (0.25 μm ライン)					
4本化0.8倍	1.8	反射電子	0.9	合計	2.70
3本化0.60倍	1.6	反射電子	0.8	合計	2.40
2本化0.40倍	1.4	反射電子	0.7	合計	2.1
中心ズレ 0.025 × 0.4 / 1.4 = 0.007 μm					
1本化0.2倍	1.2	反射電子	0.6	合計	1.8
6本の時 (0.3 μm ライン)					
5本化0.833倍	1.833	反射電子	0.916	合計	2.74
4本化0.666倍	1.666	反射電子	0.833	合計	2.49
3本化0.50倍	1.5	反射電子	0.75	合計	2.25
2本化0.33倍	1.33	反射電子	0.666	合計	2.0
中心ズレなし					
7本の時 (0.35 μm ライン)					
5本化0.718倍	1.718	反射電子	0.859	合計	2.57
4本化0.571倍	1.571	反射電子	0.785	合計	2.35
3本化0.428倍	1.428	反射電子	0.714	合計	2.14
2本化0.286倍	1.286	反射電子	0.643	合計	1.92
中心ズレなし					

【0081】そして、1回目の露光と2回目の露光とが合成されたものが、図8 (C) に示される。すなわち、現象条件を破線の位置に設定することにより、2回露光で近接効果補正がされた露光が行われるものである。

【0082】例えば、ウエハ上に1秒間に0.5cm<sup>2</sup>のレートで露光を行う場合、8インチ径 (240cm<sup>2</sup>) のウエハにおいて、1回露光では300秒で1時間あたり12枚の露光処理が行え、2回露光では540秒であって1時間あたり6.66枚の露光処理を行うことができる。また、6インチ径 (135cm<sup>2</sup>) のウエハの場合、1回露光では195秒であって1時間あたり18.4枚、2回露光では330秒であって1時間あたり10.9枚の露光処理を行うことができる。

【0083】近接効果補正の必要ない、パターンが粗なコンタクトホールパターンなどのパターンでは1回露光

とし、高速に描画する。近接効果補正の必要はパターンは2回露光し、スループットを少し落しても精度を得られるようにする。

【0084】ここで、図9に、第1の露光方法における他の露光方法を説明するための図を示す。図9は微小パターン①と大パターン③を露光する場合、図9 (A) に示すように、1回目を微小パターンのみの露光 (1.5 T) を行い、2回目の露光のときに、図9 (B) に示すように、0.5 Tで微小パターン①と大パターン③を露光するものである。そして、図9 (C) に示すような合成露光パターンを得るものである。すなわち、微小パターン①の露光量を上げて、大パターン③の露光量を下げるものである。

【0085】次に、図10に、本発明における第2の露

光方法を説明するための図を示す。図10(A)は1回目の露光量、図10(B)は2回目の露光量、図10(C)は合成露光量を示し、図10(D)は図10(C)の露光エネルギー分布を示したものである。

【0086】ここで、最終的な露光パターンに所定大のパターンを有する場合に、図10(A)に示すように、1回目の第1の露光パターンでは、微小パターン①を含み、該所定大のパターンの前縁パターン④及び後縁パターン⑤で露光(露光量1.2 T)を行う。この場合の動作は第1の露光方法と同様である。

【0087】続いて、2回目の第2の露光パターンでは、露光量0.8 Tで、微小パターン①及び前縁パターン④と後縁パターン⑤を連続させる接続パターン⑥を含ませて露光を行う。これにより、図10(C)に示すような、合成露光パターンが得られる。この場合、図10(D)に示すように、試料22からの反射電子と合計された露光エネルギーが得られ、破線部分を現像条件とすることで、2回露光で近接効果補正がなされた露光パターンが得られるものである。

【0088】なお、図10では、ある程度大きなパターンについて縁取りパターンを形成させた場合を示しているが、第1の露光パターンの全パターンについて所定の幅で縁取りしてもよい。この場合、第2の露光パターンでは、大パターンは縁を削り、中パターンは縁を少し削り、そして微小パターンは何も削らないようにすればよい。

【0089】また、露光における基本クロックは前述のように400 MHzとして上述の実施例を説明したが、このクロック数は任意に変更してもよい。

【0090】さらに、第1及び第2の露光パターンは、同一濃度の場合で説明しているが、一方を全パターンより濃度を粗くして露光量を減少させてもよい。濃度は、図示しないが、図1における電子ビーム露光装置のデータ展開回路52A、52Bにおけるビットマップデータに展開する際に、2値によりそれぞれのパターンに設定していくものであり、この濃度を粗くすることで露光量を減らすことができるものである。この場合、濃度を粗くするときは、ビットマップ中の点を適当に1を0にして、「間引き」を行なうものである。

【0091】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、試料の同

一フィールド領域上に、第1の露光パターンを露光し、続いて該第1の露光パターンを補正する第2の露光パターンを重ねて露光して、該同一フィールド領域上で2回露光することにより、最少走査で近接効果補正を行い、高速な露光を行うことができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法の原理説明図である。

【図2】本発明の一実施例の構成図である。

【図3】図2のBAAを説明するための図である。

【図4】図2のBAAを説明するための図である。

【図5】図2のBAAを説明するための図である。

【図6】動作原理を説明するための図である。

【図7】本発明における第1の露光方法を説明するための図である。

【図8】2回露光の状態を説明するための図である。

【図9】第1の露光方法における他の露光方法を説明するための図である。

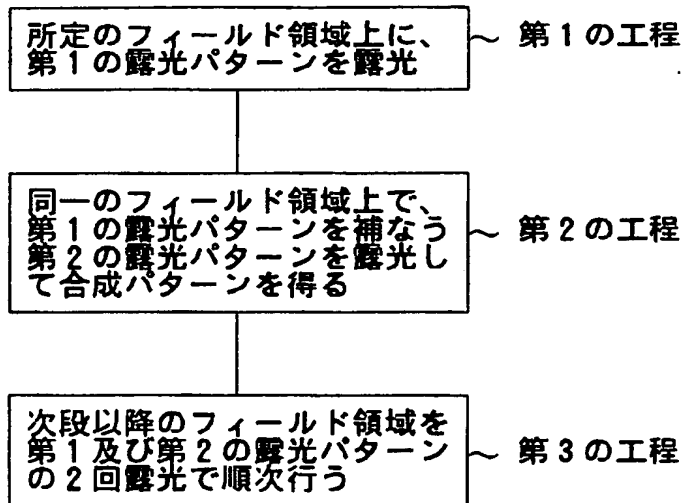
【図10】本発明における第2の露光方法を説明するための図である。

【符号の説明】

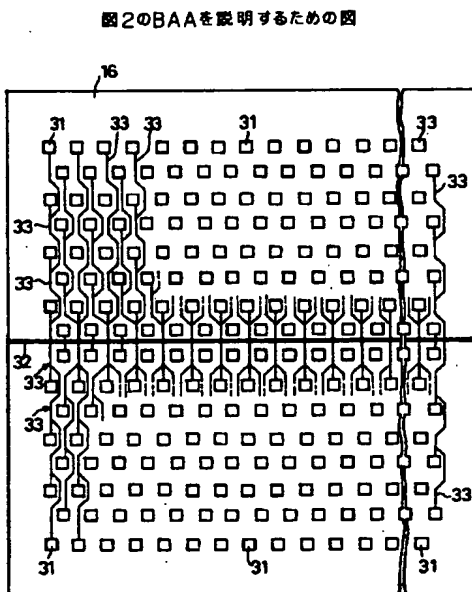
- 1 露光部
- 5 制御部
- 16 BAA
- 19 メインデフレクタ
- 20 サブデフレクタ
- 21 XYステージ
- 22 試料
- 31 ブランキングアパーチャ
- 32 幹線部
- 33 定電圧印加用配線
- 34 定電圧印加電極
- 35 定電圧電極
- 38 可変電圧印加用配線
- 51 CPU
- 52A, 52B データ展開回路部
- 53 全体露光コントローラ
- 54 データ射出回路
- 55 BAAレジスタ
- 56 ブランキング回路
- 63 クロック設定回路

【図1】

## 本発明方法の原理説明図

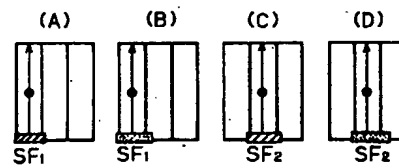


【図4】



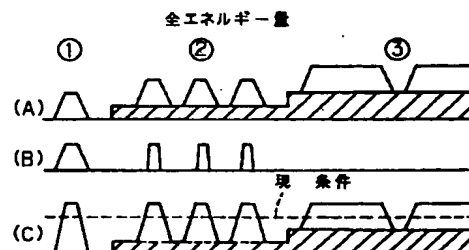
【図7】

本発明における第1の露光方法を説明するための図



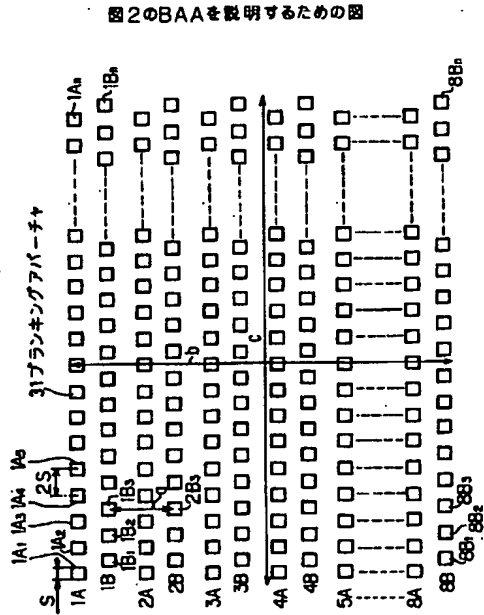
【図8】

2回露光の状態を説明するための図

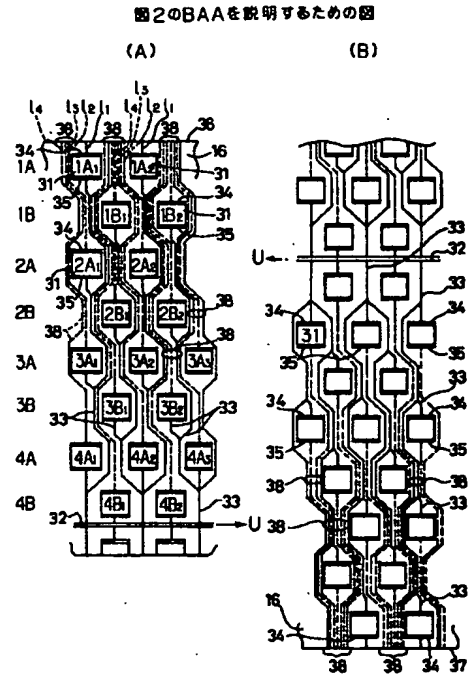




【図3】

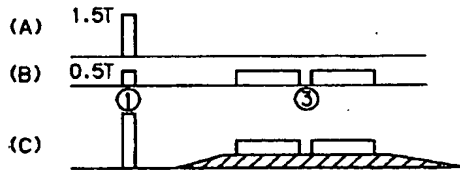


【図5】



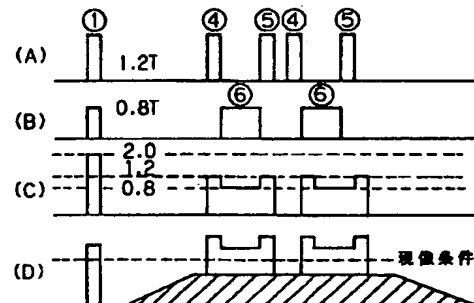
【図9】

第1の露光方法における他の露光方法を説明するための図



【図10】

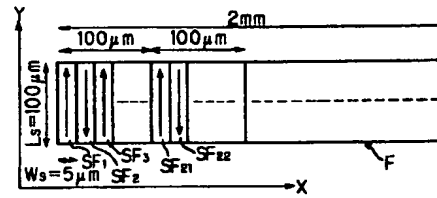
本発明における第2の露光方法を説明するための図



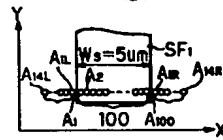
【図6】

動作原理を説明するための図

(A)



(B)



(C)

